
QL
821
R42


THE FIELD MUSEUM LIBRARY
3 5711 00059 5760



Aus dem Zoologischen Institute der Universität Breslau.

Über Form und Funktion der Halswirbelsäule der Wale.

Inaugural-Dissertation,

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der

hohen philosophischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

Donnerstag, den 15. Dezember 1904, vormittags 11½ Uhr,

in der Aula Leopoldina

öffentlich verteidigen wird

Otto Reche

gegen die Herren Opponenten:

Georg Kolbe, cand. phil.

Viktor Franz, cand. phil.

Druck von Otto Gutsmann in Breslau, Schuhbrücke 32.

Meinen Eltern.

Die vollständige Arbeit erscheint in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft.

Der Zweck der folgenden Untersuchungen ist, die Gestalt der Halswirbelsäule der Wale zu beschreiben und den Versuch zu machen, in das Verständnis ihrer Form und Funktion einzudringen.

Das zur Untersuchung verwandte Skelettmaterial entstammt der Sammlung des Zoologischen Instituts zu Breslau. Einen wertvollen Embryo von Balaenoptera physalus überwies mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Dr. Kükenthal, der mich auch sonst in liebenswürdigster Weise unterstützte; ihm sei hier mein innigster Dank ausgesprochen.

In der Namengebung folge ich besonders Kükenthal und True; dort ist auch die Synonymik zu finden.

Morphologische Untersuchungen.

1) Bartenwale.

Balaenoptera physalus (L.), der Finwal. Hier standen zwei Exemplare zur Verfügung, ein Embryo von 0,53 m und ein noch nicht ganz ausgewachsenes Tier von 15,80 m Länge.

1) Bei dem größeren Exemplare ist die Anzahl der Wirbel C 7, D 15, L und Ca 42 = 64. Die Halswirbel sind sämtlich frei und ähneln sehr den von van Beneden (7. Taf. XII und XIII) abgebildeten. Die Hauptmaße der Wirbel sind folgende:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	410	476	367	383	403	420	433	457 mm
Größte Breite . .	598	661	586	598	596	595	610	598 mm
Größte Länge . .	101	66	55	57	58	61	71	78 mm

Unter „größter Höhe“ wird hier, wie in allen folgenden Tabellen, der in der Mittellinie gemessene Abstand der Unterkante des Körpers von der Spitze des Dornfortsatzes verstanden, unter „größter Breite“ die Entfernung der Spitzen der Querfortsätze von einander, und die „größte Länge“ ist an der Basis des Wirbelkörpers gemessen. In der Höhe der Wirbel findet also ein Emporsteigen der Kurve beim Epistr., beim 3. v. c. ein starkes Fallen und von da ab wieder ein allmähliches Steigen bis zu den Rückenwirbeln statt. Analog erreicht der Epistr. die größte Breite. In der Länge zeigt

der Atlas die größte Zahl, sie sinkt bis zum 3. v. c., um dann wieder zu steigen. Der größte Wirbel ist also der Epistr., der kleinste der direkt dahinter liegende 3. v. c.

Da es sich hier um ein jüngeres Tier handelt, sind die Epiphysen bei den meisten Wirbeln noch frei und zwar beim 3. bis 7. v. c. und den folgenden beide, beim Epistr. nur die hintere; sie sind bei den oben angeführten Längenmaßen mit einbegriffen.

Die Verkürzung der Halswirbelsäule ist, wie bei allen Balaenopteriden, relativ gering; bei diesem Exemplare nimmt sie mit 0,541 m von der ganzen Skelettlänge (15,8 m) rund $^1/_{29}$, von der Länge der Wirbelsäule $^1/_{23}$ ein. Am meisten werden von dieser Verkürzung die mittleren Wirbel betroffen.

Die vorderen Gelenkflächen des Atlas sind sehr umfangreich; ihr größter Durchmesser steht fast vertikal. Über ihnen durchbricht jederseits ein Kanal für den Nervus suboccipitalis den Neuralbogen. Die hinteren Gelenkflächen für den Epistr. sind konvex und gehen unten in einander über. Auf der oberen hinteren Seite des Körpers findet sich eine kleine Gelenkfläche für den Zahn. Die vordere und die hintere Gelenkfläche des Epistropheus ist konkav. Der Dens besteht aus einem niedrigen Kegel, der sich mit breiter Basis in der Mitte des Körpers erhebt und dessen Gelenkfläche wenig entwickelt ist. Die Neuralbögen sind relativ dünn und umschließen einen mehr breiten als hohen Rückenmarkskanal. Sie senden beim 3. bis 7. v. c. nach hinten und vorn, beim Epistropheus nur nach hinten Zygapophysen aus, die aber stark verkürzt sind und wenig ausgebildete Gelenkflächen zeigen.

Der processus spinosus ist beim Atlas klein, seitlich zusammengedrückt, beim Epistropheus groß und kräftig, mit

breiter Basis und starken Rauhigkeiten; er ist etwas nach vorn geneigt. Beim 3. und 4. v. c. ist er sehr klein, während er bei den folgenden allmählich größer wird und wieder eine geringe Neigung nach vorn zeigt. Zu beiden Seiten der Dornfortsätze treten, besonders beim Epistropheus, dem 3. und 4. v. c., aber in geringerem Maße auch bei den folgenden Wirbeln, kleine Fortsätze oder Cristen auf, die nach hinten verlaufen.

Der processus transversus ist beim Atlas stark, wird nach dem Ende zu dünner und richtet sich etwas nach oben. Vom Epistropheus bis zum 6. v. c. finden sich außer den oberen auch untere Querfortsätze. Die oberen und unteren verschmelzen beim Epistropheus rechts mit ihren Enden, sodaß ein Ring entsteht, links nähern sie sich so stark, daß man annehmen kann, eine durch den Macerationsprozeß zerstörte Knorpelspange habe hier den Ring geschlossen. Die processus transversi superiores des 3., 4., 5. und 6. v. c. sind lang, schmal, nach unten und vorn gerichtet, und zwar die hinteren mehr als die vorderen. Die Enden der Querfortsätze zeigen übrigens, soweit sie vorhanden sind (einzelne sind abgebrochen), Rauhigkeiten, die auf Knorpelansatz und Ringbildung schließen lassen; es würden demnach in höherem Alter auch bei den Wirbeln 2—6 knöcherne Ringe aufgetreten sein. Die processus transversi inferiores sind beim 3. v. c. relativ klein, beim 4. v. c. bedeutend länger und dicker und beim 5. und 6. v. c. wieder kürzer; sie zeigen eine Biegung nach oben und vorn. Beim 7. v. c. liegt ungefähr an der Stelle des unteren Querfortsatzes eine kleine rauhe Erhöhung. (Die erste Rippe hat kein ausgeprägtes Capitulum.) Der obere processus transversus dieses Wirbels ist vertikal sehr hoch, bandartig und schräg nach vorn gerichtet, Eigenschaften, die in noch höherem Maße die folgenden Rücken-

wirbel zeigen. Alle Querfortsätze laufen nach einem Punkte hin, der ungefähr zwischen dem 4. und 5. v. c. liegt; der Grad dieses Konvergierens erscheint geringer, als bei anderen Exemplaren, weil die knorpeligen Enden der Fortsätze fehlen.

An der oberen Kante der processus transversi superiores treten bei allen Halswirbeln (außer dem Atlas) kleine Fortsätze auf, die sich nach oben und bei den letzten Wirbeln außerdem noch nach vorn erstrecken; diese Metapophysen nähern sich bei den Wirbeln 5, 6, 7 v. c. und 1 v. d. immer mehr den Dornfortsätzen und steigen bei den Brust- und Lendenwirbeln an diesen empor, jeden Wirbel mit dem vorhergehenden gabelig verbindend.

Die unteren Querfortsätze zeigen in ähnlicher Weise dicht an ihrer Ansatzstelle bei den Wirbeln 3, 4, 5 und 6 kleine Fortsätze, die nach unten und vorn gerichtet sind.

2) Bei dem Embryo von 0,53 m Länge sind die Maße der Halswirbel folgende:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	17,5	18	15	15	15	15	15,1	15,2 mm
Größte Breite . .	25	38	31	30	31	31	32	33 mm
Größte Länge . .	5	3	2	2,2	2,4	2,7	3,1	4 mm

Die Wirbel zeigen in allen wesentlichen Punkten dieselben Eigenschaften, wie die des erwachsenen Tieres. Das Ansteigen der Höhenkurve nach hinten ist aber langsamer; so ist der 3. v. c. verhältnismäßig höher und noch nicht so stark reduziert. Ähnlich verhält sich dieser Wirbel bezüglich der Breite, indem er auch hier eine relativ starke Entwicklung zeigt. Die Längen der einzelnen Wirbel verhalten sich bei beiden Exemplaren ziemlich gleich, nur ist ihre Gesamtlänge im Verhältnis zur ganzen Länge des Skelettes beim Embryo

eine größere, da sie mit 21 mm ca. $^1/_{25}$ derselben beträgt; die charakteristische Verkürzung ist also noch nicht so weit fortgeschritten.

Alle Wirbel bestehen übrigens bei diesem Exemplare noch aus Knorpel, ohne eine Spur von Verknöcherung.

In der Gestalt der einzelnen Halswirbel finden sich beim Embryo folgende Abweichungen:

Beim Atlas sind die Gelenkflächen für die Hinterhauptscondylen eine Kleinigkeit schräger gestellt; während ihre höchsten Punkte 12 mm von einander entfernt sind, nähern sie sich unten bis auf 2 mm. Diese schrägere Lage ist wohl nur eine individuelle Abweichung. Der Zahn des Epistr. hat eine etwas breitere Basis und ist stärker hervorgewölbt, zeigt also noch keine so weit fortgeschrittene Reduktion, wie beim älteren Tiere. Auch hier ist der für den ersten Halsnerven gelassene Raum ein nach vorn geschlossener Kanal oberhalb der vorderen Gelenkflächen des Atlas. Die hinteren Gelenkflächen dieses Wirbels und die vorderen des Epistr. gehen wie beim älteren Tiere unten ineinander über. Die Neuralbögen liegen horizontaler, wodurch die Höhe des Neuralkanales recht gering wird.

Von oben sehen sich die Halswirbel außerordentlich ähnlich; die Dornfortsätze sind sehr niedrig, auch bei Atlas und Epistr. Die Seiten der Neuralbögen haben, da sie etwas verdickt sind (besonders die des Epistr.), fast dieselbe Höhe, wie die Spitzen dieser Fortsätze. Die Querfortsätze des Atlas sind sehr kurz und breit. Bei den Wirbeln 2—6 bilden die oberen und unteren Querfortsätze Ringe. Beim Epistr. ist die dadurch entstehende Öffnung schmal und vertikal in die Länge gezogen, bei den folgenden breiter. Beim Epistropheus zeigt übrigens die Form der proc. transversi einige Abweichungen, indem diese Fortsätze

ober- und unterhalb des Loches nach vorn gerichtete konvexe Hervorwölbungen tragen (die untere ist die stärkere) und sich außerdem stärker nach hinten wenden. Die Querfortsätze der Halswirbel konvergieren bei diesem Embryo in ähnlicher Weise wie bei dem oben beschriebenen Skelette; sie streben alle einem Punkte zu, der ungefähr in der Höhe des 5. Wirbels liegt. Die Spitzen berühren sich fast und sind untereinander durch starke Band- und Muskelmassen verbunden.

Von den Metapophysen sind nur ganz geringe Spuren zu sehen und ebenso von den accessorischen Fortsätzen, die sich bei dem oben beschriebenen Skelette an die unteren Querfortsätze ansetzten. Von einem proc. transversus inferior findet sich beim 7. Halswirbel keine Spur.

Die Halsmuskulatur ist außerordentlich stark. Die oberen Schichten, wie M. splenius capitis, M. longissimus dorsi, M. transversalis superior heften sich mit fast gänzlicher Übergehung der Halswirbel direkt an das Hinterhaupt an, und die tieferen ziehen von den Halswirbeln fast nur die beiden ersten in den Bereich ihrer Wirksamkeit, wodurch die zwischen den Zugpunkten liegenden hinteren Wirbel zusammengepreßt werden müssen. Die zwischen den Halswirbeln möglichen Bewegungen können nur gering sein; relativ bedeutend ist nur die Bewegung zwischen Schädel und Atlas. Am Embryo angestellte Versuche ergaben als Grösse der Nickbewegung aller Wirbel (inkl. Atlanto-occipital-Gelenk) im ganzen 13°; die Zahl für die Drehbewegung war 4° nach jeder Seite und eine Seitenbewegung wurde durch die zusammenstoßenden Querfortsätze fast ganz unmöglich gemacht. Hierbei muß man allerdings noch berücksichtigen, daß der Knorpel, aus dem die Wirbel noch bestehen, recht elastisch ist und vermöge dieser Eigenschaft

wohl eine grössere Bewegung möglich macht, als sie bei verknöcherten Wirbeln stattfinden kann.

Balaenoptera rostrata (Fabr.). Auch hier standen mir 2 Exemplare zur Verfügung, eines von 8,48 m und ein zweites von 4,55 m Länge.

No. 1) Da diese Art nur eine Länge von 10 m erreicht, handelt es sich um ein ausgewachsenes Exemplar, worauf auch der Umstand hinweist, daß die Epiphysen der Wirbel sämtlich verschmolzen sind. Die Wirbelformel dieses Tieres ist C 7, D 11, L 12, Ca 17 + = 47 +; 1—2 Schwanzwirbel fehlen am Skelett. Die Halswirbel sind alle völlig frei; ihre Länge (320 mm) ist ca. $^1/_{26}$ der ganzen Körperlänge und ca. $^1/_{21}$ der Länge der Wirbelsäule. Die Verkürzung ist also relativ gering.

Die wichtigsten Maße sind folgende:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	192	214	182	175	199	218	200?	231 mm
Größte Breite . .	321	441	393	366	419	394	430	482 mm
Größte Länge . .	62	40	32	35	43	42	50	59 mm

Die größte Höhe hat wie gewöhnlich der Epistropheus, die kleinste der 3. v. c. Die kleine Zahl für den 7. v. c. erklärt sich dadurch, daß das oberste Stück des Dornfortsatzes fehlt. In der Breite nimmt ebenfalls der Epistropheus mit seinen gewaltigen Querfortsätzen die erste Stelle ein. In der Länge zeigt sich wieder, daß der 3. Halswirbel der am meisten reduzierte ist. Alle folgenden nehmen im allgemeinen an Länge zu, nur der 5. v. c. fällt mit einem abnorm langen Körper aus der Reihe. Beim ersten Rückenwirbel sehen wir bei allen Maßen ein ziemlich plötzliches Ansteigen. Alle Halswirbel haben eine rauhe, scharf mar-

kierte Oberfläche, ein Umstand, der auch auf das Alter des Individuums hinweist.

Die Gelenkflächen, die der Atlas vorn für die Condylen trägt, sind ziemlich stark konkav und stehen schräg; während ihre höchsten Punkte 113 mm voneinander entfernt sind, nähern sich die Flächen unten bis auf 6 mm. Für den ersten Halsnerven findet sich am Oberrande der Gelenkflächen ein nach außen und etwas nach unten verlaufender Kanal von elliptischem Querschnitt, der nach vorn durch eine kräftige, 16 mm dicke Wand abgegrenzt ist. Die hinteren Gelenkflächen sind schwach konvex und nähern sich unten bis auf 5 mm. Eine Gelenkfläche für einen Zahnfortsatz ist nicht vorhanden, da sich von diesem nur ein Rest in Gestalt eines flachen, unregelmäßigen Kegels findet. Die vordere Gelenkfläche des Epistr. ist schwach konkav.

Der Neuralbogen ist beim Atlas hoch gewölbt mit flachen aufsteigenden Teilen, scharfer Vorderkante und kleinem breitbasigen Dornfortsatze, dessen Knochenbälkchenzüge schräg nach hinten verlaufen, also von dort einen Zug durch Sehnen und Muskeln erlitten. Beim Epistr. trägt der Neuralbogen vorn jederseits eine knorrige Anschwellung und dazwischen den relativ langen Dornfortsatz, der ebenfalls, wie auch alle folgenden, schräg nach hinten gerichtet ist und in derselben Richtung verlaufende Trajektorien zeigt. Die Dornfortsätze des 3. und 4. v. c. sind sehr klein; der des 4. v. c. ist nur eine niedrige, dünne und scharfe Crista. Diese Fortsätze weichen dadurch von den anderen ab, daß sie (beim Epistr. ist dieses angedeutet) sich vorn gabeln und in der Gabelung eine Reibungsfläche zeigen, was wohl auf eine Bewegung der Wirbel gegeneinander schließen läßt; diese Bewegung würde ein Auf- und Abwärtsbiegen des Halses sein. Bei den folgenden Wirbeln werden die Dornen all-

mählich höher; sie sind dünn und spitz. Zu beiden Seiten der Dornfortsätze erheben sich analog den knorrigen Anschwellungen des Epistr. beim 3., 4. und 5. v. c. deutliche Cristen, die, wie die Trajektorien beweisen, einen Zug von hinten auszuhalten hatten. Sie sind übrigens unsymmetrisch entwickelt; beim 3. und 4. v. c. sind sie auf der linken Seite dicker, kürzer und knorriger. Am 6. und 7. v. c. entsprechen ihnen zipfelige, nach hinten gerichtete Verlängerungen der hinteren Neuralbogenkante.

Die processus transversi setzen beim Atlas mit breiter Basis in der Mitte der Wirbelhöhe an, verlaufen gerade nach außen und sind am Ende von oben — hinten nach unten — vorn abgeplattet; sie zeigen nach außen keine Spitze, sondern eine lange Kante. Auf der Oberseite tragen sie eine von vorn nach hinten und oben verlaufende Verdickung, die mit einem nach hinten gerichteten kurzen und breiten Zipfel endigt. Die oberen und unteren Querfortsätze des 2. bis 6. v. c. bilden Ringe für die Vertebralarterien, die beim Epistr. beiderseitig und beim 5. und 6. v. c. nur rechts durch knöcherne Verschmelzung der Fortsatzenden gebildet werden, während beim 3. und 4. v. c. auf beiden Seiten und beim 5. und 6. v. c. links Knorpel an die Stelle des Knochens tritt. Diese Querfortsätze konvergieren, indem die des 2., 3., 4. und 5. Wirbels nach hinten, die des 7. v. c. und 1. v. d. nach vorn gerichtet sind. Die Öffnungen der Ringe sind beim Epistr. lang oval und ziemlich klein, bei den folgenden Wirbeln größer. Die Querfortsätze des Epistr. teilen sich nach Bildung des Ringes am Ende wieder, und jeder endet auf diese Weise in einem stumpfen kurzen Zipfel. Sie sind hinten konkav, und in diese Höhlung schmiegen sich die Querfortsätze des 3. v. c. hinein. Beim 7. v. c. und 1. v. d. ist nur ein oberer proc. transversus vorhanden, doch zeigen

diese an ihrem Ende einen spitzen, nach unten und innen verlaufenden Fortsatz, so daß ein Halbring entsteht, ein Verhalten, das besonders am 1. Brustwirbel sehr merkwürdig ist. Von einer Gelenkfläche ist am letzten Halswirbel nichts zu sehen.

Die unteren Querfortsätze der Wirbel 3, 4, 5 und 6 zeigen an ihrer unteren Kante einen accessorischen nach unten und hinten verlaufenden Fortsatz, der am 3. v. c. ungefähr in der Mitte der Unterseite sitzt und bei jedem folgenden immer näher an den Wirbelkörper heranrückt. Ähnliche, nur nach vorn gerichtete Fortsätze finden sich an der Oberkante der proc. transversi superiores bei den Wirbeln 2—7 und den Brustwirbeln; sie sitzen beim 2.—6. v. c., dicht neben den Zygapophysen, und verschmelzen vom 7. Halswirbel an mit diesen. Sie entsprechen den schräg nach vorn und oben gerichteten Metapophysen, die sich an der Basis der Dornen aller Brust- und Lendenwirbel finden.

Die Zygapophysen sind gut entwickelt und zeigen ziemlich ausgeprägte Gelenkflächen; sie treten beim 3.—7.v.c. vorn und hinten, beim Epistropheus nur hinten auf.

Was die Bewegungsmöglichkeiten betrifft, so ist wohl in der Hauptsache nur eine Nickbewegung möglich, die besonders zwischen Kopf und Atlas, aber auch, wenn auch bedeutend geringer, zwischen den einzelnen Halswirbeln stattfindet. (Siehe Reibungsflächen an der Vorderseite der Dornfortsätze beim 3. und 4. v. c.). Eine Drehbewegung kann nur höchst gering sein, und eine Seitenbewegung wird fast völlig durch die sich beinahe berührenden und durch Knorpelplatten verbundenen Querfortsätze verhindert, die als Sperrung wirken müssen.

No. 2) Das zweite Exemplar ist noch jung, was sowohl aus der geringen Länge von 4,55 m, als auch

daraus hervorgeht, daß die Epiphysen der meisten Wirbel noch frei sind (beim 3.—7. v. c. beide, beim Epistropheus die hintere).

Die Wirbelformel des Skelettes ist: C 7, D 11, L 12, Ca 13 + = 43 +. Am Schwanz fehlen, soweit das aus der Grösse und Form der letzten vorhandenen zu erschließen ist, 4—5 Wirbel. Die 7 völlig freien Halswirbel nehmen mit 159 mm Länge ca. $^1/_{28}$ der Körperlänge und ca. $^1/_{20}$ der Länge der Wirbelsäule ein.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	150	152	115	119	118	122	125	129 mm
Größte Breite . .	221	269	230	226	237	ca. 240	ca. 250	266 mm
Größte Länge . .	29	20	15	16	20	20	23	29 mm

Die Breitenmaße des 6. und 7. v. c. sind nicht genau anzugeben, da die Querfortsätze der einen Seite abgebrochen sind.

Die Wirbel unterscheiden sich von denen des größeren Exemplares zunächst schon durch die größere Weichheit der Formen: die Fortsätze sind kürzer, die Cristen stumpfer, die Rauhigkeiten in geringerem Maße ausgebildet; wir haben es eben mit einem jugendlichen Individuum zu tun. Daher sind auch die Dornfortsätze der hinteren Halswirbel recht klein und ebenso die Metapophysen und die am unteren Rande der unteren Querfortsätze accessorisch auftretenden Fortsätze. Die oben erwähnten zu beiden Seiten der Dornfortsätze ansitzenden Cristen sind hier nur einigermaßen deutlich am Epistr. zu erkennen, und zwar machen sie dessen Neuralbogen stark unsymmetrisch, da sie links stärker entwickelt sind. Alle diese sekundären Fortsätze scheinen sich

erst im höheren Alter in ihrer charakteristischen Form auszubilden.

Ein Unterschied zwischen den beiden Exemplaren findet sich noch an den miteinander artikulierenden Gelenkflächen des Atlas und des Epistr.; während bei dem älteren Tiere die rechte und linke Gelenkfläche unten durch einen kleinen Zwischenraum getrennt waren, gehen sie hier beim Atlas wie beim Epistropheus unten in einander über. Die vorderen Gelenkflächen des Atlas haben eine ähnliche Lage wie beim erwachsenen Exemplare; sie zeigen oben einen gegenseitigen Abstand von 80 mm, unten einen solchen von 5 mm.

Die verhältnismäßig wenig nach hinten gebogenen Querfortsätze des Epistr. sind relativ kurz. Die Bildung des Ringes ist gerade vollendet; links sieht man noch die Naht, welche rechts schon obliteriert ist. Die Ringe der folgenden Wirbel waren, soweit sich bei der schlechten Erhaltung der dünnen Querfortsätze schließen läßt, wohl alle durch Knorpel geschlossen.

2) Zahnwale.

Monodon monoceros L. Von den zwei vorhandenen Exemplaren ist das eine von 3,46 m Länge ein Männchen, das andere von 3,61 m ein Weibchen.

No. 1) Das Männchen ist noch nicht völlig ausgewachsen, da die Epiphysen der Wirbel noch frei sind. Seine Wirbelformel ist C 7, D 12, L 9, Ca 23 + = 51 +; es fehlen, wie aus der Gestalt und der Größe der letzten Wirbel zu schließen ist, 2—3 Schwanzwirbel. Die Halswirbel sind alle frei; ihre Gesamtlänge ist 137 mm, also ca. $^1/_{26}$ der ganzen Körperlänge und $^1/_{21}$ der Länge der Wirbelsäule.

Die Maße der einzelnen Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	114	130	113	108	109	109	110	125 mm
Größte Breite . .	214	180	105	90	114	143	194	181 mm
Größte Länge . .	38	35	12	12,5	13	15	17	30 mm

Die größte Höhe zeigt also der Epistropheus, die kleinste der vierte Halswirbel; vom 5. v. c. ab steigt die Kurve dann erst langsam, bei den letzten immer schneller. Die größte Breite hat der Atlas, die kleinste wieder der 4. v. c., der also der am meisten reduzierte Halswirbel ist. Auffallender Weise ist der 7. v. c. breiter als der erste Rückenwirbel, was an seinen sehr langen oberen Querfortsätzen liegt. Die große Länge des Atlas wird zum Teil durch einen weiter unten näher zu beschreibenden hinteren Fortsatz des Körpers bedingt.

Der Atlas hat für die Hinterhauptscondylen zwei große stark ausgehöhlte Gelenkflächen, die sehr schräg zu einander stehend sich unten sehr nahe kommen; ihre obere Kante springt stark nach vorn; über ihr liegt eine flache Einkerbung für den ersten Halsnerven. Der Neuralbogen ist hoch gewölbt und von oben nach unten flach zusammengedrückt; den Dornfortsatz vertritt ein kleines unregelmäßiges Tuberculum. An der hinteren oberen Kante entsendet der Neuralbogen links einen kleinen Fortsatz, der sich an den Bogen des Epistr. anlegt; dieser andererseits hat an der rechten Seite einen ähnlichen sich an den Bogen des Atlas anschmiegenden Fortsatz. Das scheint darauf hinzudeuten, daß höchstens nur eine ganz geringe Bewegung zwischen Atlas und Epistr. stattfindet. An die untere hintere Kante des Atlas setzt sich wie gewöhnlich ein Fortsatz an, der

nach hinten verlaufend, sich an die Unterseite des Epistr. anlehnt, mit diesem artikulierend. Der proc. transversus des Atlas hat eine breite Basis und endet in 2 Zipfel, von denen der obere sehr kurz und stumpf, der untere bedeutend länger und spitz ist. Der Fortsatz ist nach unten = außen = hinten gerichtet.

Dem Körper des Epistropheus sitzt vorn der Zahn als breitbasige, niedrige und stumpfe Erhebung mit ganz unregelmäßiger Oberfläche an. Von der Unterseite des Zahnes erstreckt sich bis unter den Körper des Epistropheus eine Gelenkfläche für den hinteren Fortsatz des Atlas. Hinter dieser Fläche zeigt die Körperunterseite eine stark hervorspringende schmale Carina, die in ähnlicher Weise sich beim 3. v. c. und in viel flacherer Form beim 4. v. c. vorfindet. Die Gelenkflächen für den Atlas sind groß. Auf dem hohen Neuralbogen sitzt ein kräftiger spitzer Dornfortsatz, der sich nach hinten umbiegt. Die proc. transversi sind kurz, der obere dünn und spitz, der untere breit und stumpf; sie sind etwas nach hinten gerichtet.

Die Neuralbögen der Wirbel 3—7 sind ebenfalls hoch gewölbt, aber sehr dünn. Der 3. und 4. v. c. zeigen kleine Dornfortsätze, die sich dicht an den des Epistropheus anschmiegen; beim 5., 6. und 7. v. c. fehlen die Dornen fast ganz.

Zygapophysen treten hinten am Epistropheus und vorn und hinten an allen folgenden Halswirbeln auf.

Die oberen Querfortsätze der Wirbel 3, 4 und 5 sind kurz, spitz und lamellenförmig; sie müssen fast ganz funktionslos sein. Die des 6. Wirbels sind länger, werden aber noch von denen des 7. übertroffen; bei beiden Wirbeln sind sie nach vorn gerichtet.

Die unteren Querfortsätze sind beim 3. und 4. v. c. klein, beim 5. aber stark und kolbig verdickt und nach vorn und unten gewendet; beim 6. v. c. sind sie wieder klein und beim 7. v. c. fehlen sie gänzlich. Fast an ihrer Stelle findet sich eine auf kurzem dicken Stiel sitzende Gelenkfläche für das Köpfchen der ersten Rippe. Wir haben hier also wieder den seltenen Fall, der sich auch bei Inia geoffrensis findet, nämlich daß nicht die proc. transversi inferiores des 6. v. c., sondern die des 5. v. c. die am besten entwickelten sind.

No. 2) Das nur etwas größere Weibchen von 3,61 m Länge hatte schon ein höheres Lebensalter erreicht: seine Wirbelepiphysen waren schon verschmolzen, die Nähte aber noch deutlich zu erkennen. Die Wirbelformel ist: C 7, D 12, L 9, Ca 25 = 53, stimmt also genau mit der von Lilljeborg (66) angegebenen überein; Schwanzwirbel scheinen nicht zu fehlen. Die Länge der Halswirbelsäule war geringer, als bei dem kleineren Männchen, nämlich 134 mm, also ca. $^1/_{27}$ der ganzen Körperlänge oder $^1/_{23}$ der Länge der Wirbelsäule (3,12 m).

Die Halswirbel dieses Exemplares zeigen nun eine besondere Eigentümlichkeit: sie sind nicht alle frei, sondern der 2. und 3. v. c. mit den Körpern verschmolzen. Das muß ziemlich selten vorkommen, wenigstens habe ich etwas ähnliches nur bei einem Autor erwähnt gefunden. Vrolik (114) nämlich sagt: „In de geraamten van Delphinus orca, Monodon monoceros en . . . . zijn de vier achterste Halswervelen gescheiden, de drie voorste ineengesmolten.“ Demnach würde also manchmal auch der Atlas in die Verschmelzung mit einbezogen, worauf wohl auch die enge Verbindung der Neuralbögen der ersten zwei Wirbel bei den beiden hiesigen Skeletten hinzuweisen scheint. Die Ver-

schmelzung des 2. und 3. v. c. ist übrigens am festesten im oberen Teile der Körper; an den Seiten und unten tritt die Naht als wulstartige Verdickung auf; die Grenze der Wirbel ist also deutlich zu erkennen.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	105	144	115	111	110	111	106	117 mm
Größte Breite . .	181	182	93	92	100	132	165	176 mm
Größte Länge . .	46	40	11	12	12,5	14,5	17	21 mm

Die Höhe des Epistr. ist hier noch bedeutender, als beim Männchen, weil sein Dornfortsatz sehr viel stärker ist. Merkwürdigerweise übertrifft der Epistr. den Atlas auch an Breite, während es bei No. 1 gerade umgekehrt ist. Trotzdem die Gesamtlänge der Halswirbelsäule geringer als beim Männchen ist, sind doch die beiden ersten Wirbel länger; sie folgen damit einer Regel, die für alle Cetaceen zu gelten scheint: je kürzer und rudimentärer eine Halswirbelsäule ist, desto relativ stärker sind die beiden ersten Wirbel entwickelt. In die stärkere Verkürzung ist beim weiblichen Skelett auch der erste Dorsalwirbel mit hineingezogen; er ist wesentlich kürzer als beim Männchen.

Beim Atlas liegen die Gelenkflächen für die Condylen wieder sehr schräg zueinander; während ihre obersten Punkte 90 mm voneinander entfernt sind, nähern sich die Flächen unten bis auf 16 mm. Der ganz kurze knorrige Dornfortsatz paßt genau in eine Einkerbung der vorderen Kante des Neuralbogens des Epistr. hinein; die Verbindung dieser beiden Wirbel ist also hier recht fest, eine größere Bewegung ausschließend. Das Weibchen zeigt demnach eine ziemlich feste Verbindung der ersten drei Wirbel, die beim Männchen frei

sind. Vielleicht handelt es sich hier um einen sekundären Geschlechtscharakter; man könnte sich vorstellen, daß das Männchen zur Regierung seines Stoßzahnes (der ja dem Weibchen fehlt) eine größere Beweglichkeit des Halses nötig hat.

Im übrigen zeigen die Wirbel so ziemlich dasselbe Aussehen wie bei No. 1. Wieder finden wir an der Unterseite des Epistr. die starke Carina, die hier aber auch ebenso stark bei 3. und 4. v. c. und etwas schwächer beim 5. und 6. v. c. auftritt. Den längsten und dicksten unteren Querfortsatz hat hier der 6. Halswirbel. Die unteren Querfortsätze des 7. v. c. sind abgebrochen; über ihnen liegt eine schwache Andeutung einer Gelenkfläche für das Köpfchen der ersten Rippe.

Delphinapterus leucas (Pallas). Die Wirbelformel des Skelettes ist C 7, D 11, L 10, Ca 22 = 50, also normal. Die Länge des ganzen Tieres ist 3,32 m, die der Halswirbelsäule 0,161 m, also ca. $^1/_{20}$ der Gesamtlänge und $^1/_{17}$ der Länge der Wirbelsäule, d. h. sie zeigt eine geringere Verkürzung als bei Monodon.

Alle Halswirbel sind frei; ihre Maße sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1. v. d.
Größte Höhe . .	105	137	97	100	98	97	99	107 mm
Größte Breite . .	188	154	109	103	98	119	147	158 mm
Größte Länge . .	36	45	17	15	16	18	23	32 mm

Beim Atlas und Epistr. sind die Längenzahlen so groß, weil bei ersterem sein hinterer Fortsatz, beim Epistr. der Zahn mitgerechnet ist. Die geringste Länge hat hier der 4. v. c. (bei Monodon der 3. v. c.); bei den folgenden Wirbeln tritt ein immer rascheres Ansteigen der Zahlen ein. Die

größte Höhe erreicht seines langen Dornfortsatzes wegen wieder der Epistropheus. Beim 3.—7. v. c. finden wir nur um geringe Differenzen schwankende Werte, deren Größe von der individuell größeren oder geringeren Höhe ihres Dornrudimentes abhängt. Die größte Breite zeigt der Atlas.

Die Wirbel haben in ihrer Form eine ziemlich große Ähnlichkeit mit denen des Narwales. Die vorderen Gelenkflächen des Atlas sind stark konkav und so schräg gegeneinander gestellt, daß ihre obersten Punkte 78 mm, die unteren inneren Ränder 22 mm von einander entfernt sind. Wie bei Monodon liegen sie auf diese Weise schräg unter dem Wirbelkanal; ihr oberer Rand springt stark nach vorn und grenzt mit einem kleinen Zapfen das ziemlich tiefe, breite Foramen für den ersten Halsnerven ab. Der Neuralbogen ist flach, von oben nach unten zusammengedrückt; die Stelle des Dornfortsatzes bezeichnet eine geringe Rauhigkeit. Der proc. transversus zeigt zwei kleine Zipfel, von denen der obere sehr hoch ansitzt und sich nach oben und hinten erstreckt, während der breitere untere nach außen gerichtet ist. Am unteren hinteren Ende des Atlaskörpers findet sich auch hier ein nach hinten verlaufender Fortsatz, der mit dem Epistr. artikuliert. Sein Ende ist mehrzipfelig und hat offenbar zum Ansatz starker Sehnen gedient, die wohl zum M. longus colli gehört haben.

Der Zahn des Epistropheus ist etwas länger, als beim Narwal; er zeigt eine lange, nach vorn und unten gerichtete Gelenkfläche, die mit dem Fortsatze des Atlas artikuliert. Der Neuralbogen dieses Wirbels ist hoch gewölbt und trägt einen langen, breiten Dornfortsatz, der von einem langen, schmalen in seiner Längsrichtung liegenden Foramen durchbohrt ist; Neuralbogen und Dorn legen sich stark nach hinten über und bedecken die folgenden zwei Wirbel. Vom proc.

transversus superior ist als Rest nur ein kleiner, spitzer Fortsatz geblieben. Der proc. transversus inferior ist ebenfalls kurz, aber breiter und etwas nach hinten geneigt.

Die Neuralbögen der Wirbel 3—7 sind dünn und tragen nur kleine Reste von Dornen; die des 4. und 7. v. c. sind noch am höchsten. Zygapophysen finden sich wie gewöhnlich hinten am Ephistropheus und vorn und hinten an allen folgenden Wirbeln; ihre Gelenkflächen liegen fast horizontal, was auf eine ziemlich beschränkte Biegungsfähigkeit des Halses in der Richtung von oben nach unten schließen läßt. Die proc. transversi superiores sind bei den Wirbeln 3—5 kurz und spitz und nach unten (beim 5. v. c. auch etwas nach vorn) gebogen. Die des 6. und 7. v. c. sind länger und dicker (besonders beim 7.) und nach unten — vorn gerichtet. Die proc. transversi inferiores sind beim 3. und 4. v. c. klein und etwas nach oben gerichtet; beim 5. v. c. erreichen sie auch hier, wie bei dem einen Exemplar von Monodon, ihre stärkste Entwicklung; sie sind ziemlich lang und am Ende knotig verdickt. Beim 6. v. c. sind sie kürzer; der linke ist ebenfalls knotig, der rechte dünn und kleiner. Beim 7. v. c. treten sie als kleine spitze Fortsätze an der unteren äußeren Kante des Körpers auf, und schräg über ihnen liegt jederseits völlig getrennt die Gelenkfläche für das Köpfchen der ersten Rippe. Hier zeigt es sich wieder einmal deutlich, daß die beim letzten Halswirbel bei den Walen so oft sich findenden Gelenkflächen mit dem proc. transversus inferior nichts zu tun haben.

Die Bewegungsmöglichkeit der Wirbel scheint etwas größer zu sein, als bei Monodon, besonders zwischen dem Atlas und dem Epistropheus; denn hier ist von einer Verzahnung ihrer Neuralbögen, wie sie bei beiden Exemplaren von Monodon vorhanden, keine Spur zu finden; im Gegen-

teil sind die beiden Neuralbögen recht weit von einander entfernt.

Phocaena communis Lesson. Hier standen mir drei Skelette und ein frisch getötetes Männchen zur Verfügung.

No. 1) Skelett von 1,482 m Länge. Die Wirbelformel ist C 7, D 12, L + Ca 45 + = 64 +. Die Halswirbelsäule ist 38 mm lang, also ca. 1/39 der ganzen Skelettlänge und 1/32 der Länge der Wirbelsäule; die Verkürzung ist demnach ziemlich bedeutend. Verschmolzen sind die Wirbel 1—5 mit den Körpern und 1—4 außerdem noch mit den Neuralbögen und Dornfortsätzen.

Die Maße sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	57				47	45	59	72 mm
Größte Breite . .	108	83	37	33	34	38	74	64 mm
Größte Länge . .	27					4	4,5	9 mm

Am meisten reduziert sind wie gewöhnlich die mittleren Wirbel. Die große Breite des letzten Halswirbels wird durch sehr lange obere Querfortsätze verursacht. Der bei weitem am besten entwickelte Wirbel ist der Atlas. Die Verschmelzung der ersten vier Wirbel geht soweit, daß man die Grenzen der einzelnen nur an den seitlichen Öffnungen für den Durchtritt der Halsnerven erkennen kann. Die aus der Verschmelzung hervorgegangene Masse ist vorn (Atlas) sehr breit, nimmt aber nach hinten rapid an Breite ab.

Die untere Profillinie sowie die längs der Basis des canalis vertebralis gezogenen Linien laufen beide in einem sanften Bogen schräg nach vorn und unten, das heißt also, die Wirbelkörper senken sich, wodurch der Kopf tiefer zu liegen kommt und sich besser der Spindelgestalt des ganzen

Körpers anpaßt. Diese Senkung ist bei allen Odontoceten zu beobachten, nur ist sie bei den Formen, die eine starke Verkürzung der Halswirbelsäule zeigen, auf eine kurze Strecke zusammengedrängt, daher steiler und mehr in die Augen fallend.

Die Gelenkflächen des Atlas für die Condylen des Hinterhauptes sind stark konkav und stehen schräg seitlich und unterhalb des Neuralkanales; ihr oberer Abstand ist 66 mm, ihr unterer 8 mm. Über dieser Fläche liegt jederseits eine offene Grube für den Austritt des ersten Halsnerven, die nach vorn durch den scharf vorspringenden oberen Rand der Gelenkfläche begrenzt wird. Der processus transversus des Atlas entspringt mit breiter Basis in halber Höhe des Wirbels; er ist sehr stark und lang, mit vorn abgeschrägtem, stumpfen und rauhen Ende. Die ganze Oberfläche, besonders der Hinterrand, ist mit Rauhigkeiten bedeckt; hier müssen also eine ganze Anzahl Muskeln sich angesetzt haben.

Bis zur halben Länge ist mit ihm der processus transversus des Epistropheus verschmolzen, der sich dann aber trennt nnd als Crista, deren größte Ausdehnung vertikal liegt, schräg nach hinten verläuft.

Bei den Wirbeln 3 und 4 sitzen an den nur aus dünnen, zerbrechlichen Plättchen bestehenden Seitenteilen der Neuralbögen ganz kurze dünne Lamellen, die Reste der oberen Querfortsätze; beim 5. und 6. v. c. sind sie etwas stärker und erreichen eine Länge von 3—4 mm. Der 7. v. c. dagegen hat lange, ziemlich schmale und sich am Ende verbreiternde Querfortsätze (von denen der linke der längere ist), die schräg nach vorn gerichtet sind und den Fortsätzen des Epistropheus sehr nahe kommen (links bis auf 2 mm).

Processus transversi inferiores treten bei den Wirbeln 3, 4, 5 und 6 auf; sie sind beim 3. und 4. v. c. sehr klein, beim 5. und besonders beim 6. größer und nach vorn und

unten gerichtet. Sie verschmelzen an den Spitzen miteinander, während sie an der Basis frei sind. Beim 7. v. c. fehlt ein solcher unterer Querfortsatz; oberhalb der Stelle, an der er sitzen müßte, findet sich eine Gelenkfläche für das Köpfchen der ersten Rippe.

Der gemeinschaftliche Dornfortsatz der ersten 4 Wirbel ist dachartig und legt sich schräg nach hinten. Vorn ist er sehr niedrig (er entsendet dort eine kleine Spitze nach vorn), nimmt aber nach hinten bedeutend an Höhe zu. Die proc. spinosi des 5. und 6. v. c. sind sehr klein und schmiegen sich dicht an den vordersten, der hinten etwas ausgehöhlt ist, an. Der processus spinosus des 7. v. c. ist der größte; er erreicht eine Höhe von 17 mm, ist schlank und spitz und etwas nach hinten gekrümmt.

An der Unterseite der Halswirbel finden sich verschiedene kurze, unregelmäßige Fortsätze, die beim 6. und 7. v. c. nur kleine in der Mittellinie liegende Tuberkeln sind. An den vereinigten Körpern der Wirbel 1—5 aber findet sich ein in der Mittellinie liegender, am Atlas beginnender und nach hinten verlaufender Kiel, der vorn ganz flach ist, nach hinten zu aber immer schärfer hervortritt; sein Ende liegt am Körper des 5. v. c. Zu beiden Seiten dieses Gebildes liegen außerdem je 3—4 mehrzipfelige ebenfalls nach hinten gerichtete Leisten.

Die Zygapophysen der ersten 4 Wirbel sind mit in die Gesamtmasse verschmolzen und nicht mehr zu unterscheiden. Bei den folgenden sind die vorderen und hinteren zu einer Platte zusammengeflossen, die fast wagerecht liegt und beim 5. v. c. sehr dünn, bei den folgenden etwas stärker ist.

Die foramina für die Halsnerven nehmen caudalwärts immer mehr an Breite ab und an Länge zu, so daß das

foramen zwischen Atlas und Epistropheus das kürzeste und breiteste, das zwischen dem 6. und 7. v. c. gelegene dagegen das schmalste und längste ist.

No. 2) Ein Skelett eines jüngeren Tieres von 1,245 m Länge. Die Wirbelformel ist C 7, D 12, L + Ca 46 = 65. Die Verschmelzung der Halswirbel ist etwas anders, indem der 1.—6. v. c. mit den Körpern und der 1.—3. einerseits und der 4.—6. andererseits mit den Dornen verschmolzen sind, während nur der 7. v. c. ganz frei bleibt. Die Länge der Halswirbel ist zusammen 31 mm, also ca. $^1/_{40}$ der ganzen Körperlänge und $^1/_{32}$ der Länge der Wirbelsäule, demnach geringer als beim ersten Exemplar.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	55			48			49	62 mm
Größte Breite . .	100	67	31	25	24	27	34	56 mm
Größte Länge . .	24						5	9 mm

Auch hier sind also die mittelsten Wirbel am meisten reduziert. Da es ein jüngeres Tier ist (die Epiphysen der meisten Rumpfwirbel sind noch frei) kann man annehmen, daß im höheren Alter die Dornfortsätze der ersten 6 Wirbel zu einer Masse verschmolzen wären.

Der gemeinsame processus spinosus der ersten drei Wirbel ist lang und legt sich ganz flach nach hinten: seine Spitze ist gegabelt. Der der folgenden drei Wirbel schmiegt sich so dicht in seine ausgehöhlte Rückwand hinein, daß man zunächst an eine Verschmelzung glaubt.

Die processus transversi inferiores sind noch kleiner als bei No. 1), und die processus transversi superiores des 7. v. c., die beim ersten Exemplare so be-

sonders stark entwickelt waren, fehlen hier fast ganz (siehe Abbildung); der auf der linken Seite ist der längere.

Die Gelenkflächen des Atlas stehen weniger schräg gegen einander; ihre obersten Punkte haben einen Abstand von 38 mm, ihre unteren innersten einen solchen von 16 mm.

Der Zahnfortsatz des Epistropheus fehlt bei beiden Exemplaren.

No. 3) Ein junges Tier von nur 0,87 m Länge. Die leider nicht unverletzt erhaltene Halswirbelsäule ist 22 mm lang, also ca. $^{1}/_{39}$ der ganzen Skelettlänge und $^{1}/_{31}$ der Länge der Wirbelsäule.

Der weitaus größte Wirbel ist wieder der Atlas. Seine vorderen Gelenkflächen bestehen noch aus Knorpel.

Während die Verkürzung der Wirbel bereits denselben Grad erreicht hat wie beim Erwachsenen, ist die Verschmelzung noch nicht so weit fortgeschritten. Mit den Körpern sind die ersten 3 (Nähte noch sichtbar), mit den Neuralbögen und Dornen die ersten 2 Wirbel verschmolzen. Die Neuralbögen der Wirbel 3, 4 und 5 fehlen, sind abgebrochen; sie mögen vielleicht untereinander zusammengehangen haben, waren aber nicht mit dem des Epistropheus verwachsen. Völlig frei sind die beiden letzten Halswirbel.

Der gemeinschaftliche *Dornfortsatz* des Atlas und Epistropheus ist breit, flach und schräg nach hinten gerichtet; sein Ende ist stark gegabelt.

Der *processus transversus* des Atlas fehlt noch fast ganz, da seine knorpelige Spitze bei der Maceration verloren gegangen ist; der des Epistropheus ist mit ihm nicht verschmolzen. Der 6. v. c. zeigt nur ganz kurze obere Querfortsätze und nur Andeutungen von unteren. Die oberen des 7. v. c. sind bedeutend stärker und länger, aber noch

wenig nach vorn gerichtet. Diese beiden letzten Wirbel besitzen kurze Dornfortsätze.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	55		—	—	—	42	43	45 mm
Größte Breite . .	71	48	—	—	—	36	50	49 mm
Größte Länge . .	11			1	1,5	3	4	6 mm

Die Wirbelformel des Skelettes ist C 7, D 12, L + Ca 45 = 64.

No. 4) Das 130 cm lange, frisch getötete Exemplar diente besonders zur Untersuchung der Muskulatur, speziell derjenigen, die sich mit den Halswirbeln verbindet.

Alle wichtigen Muskeln heften sich unter Übergehung der hinteren Halswirbel fast allein an den Atlas an. Sein Neuralbogen empfängt in seiner Mitte Fascikel des M. longissimus dorsi und seitlich solche des M. transversarius superior und des M. sacrolumbalis, dreier Muskeln, die sich vom Hinterkörper bis zum Schädel erstrecken. Ferner empfängt hier der unter dem M. longissimus dorsi liegende M. semispinalis, der offenbar den M. rectus capitis in sich aufgenommen hat, neue Fascikel und geht dann zum Hinterschädel. Von kürzeren Muskeln finden am Neuralbogen des Atlas der M. spinalis dorsi und der M. multifidus spinae ihr Ende.

Der stark entwickelte proc. transversus des Atlas dient als Anheftungspunkt für den wichtigen M. levator anguli scapulae und den zur ersten Rippe sich erstreckenden M. scalenus posticus.

An den unteren Bogen des Atlas setzen sich, vom Hinterhaupte kommend, mit wenig Fascikeln der M. rectus

capitis anticus major, fast an seinem ganzen Vorderrande der M. rectus capitis anticus minor und an den in der Mitte liegenden Rauhigkeiten der M. longus colli an, der einzige größere Muskel, der auch an die hinteren Halswirbel Fascikel entsendet, die sich an den Rauhigkeiten der Unterseite der Wirbelkörper ansetzen.

Das Charakteristische der Halsmuskulatur von Phocaena ist also die fast völlige Vernachlässigung der hinteren Halswirbel und eine Unterdrückung der kleineren Muskeln durch die gewaltig entwickelte Längsmuskulatur. Die kleinen lokalen Muskeln hätten ja auch gar keinen Zweck, da eine Bewegung der Halswirbel gegeneinander ihrer Verschmelzung wegen doch nicht möglich ist.

Globiocephalus melas (Traill). Das Skelett hat 3,725 m Länge. Es ist ein noch nicht erwachsenes Tier, da die Epiphysen der Wirbel meist noch nicht vollständig verschmolzen sind. Die Wirbelformel ist: C 7, D 10, L 14, Ca 28 = 59.

Die Halswirbelsäule ist stark verkürzt, da sie mit 89 mm Länge nur $^1/_{42}$ der ganzen Skelettlänge und $^1/_{35}$ der Länge der Wirbelsäule einnimmt.

Die Verschmelzung der Wirbel ist sehr unregelmäßig und stark unsymmetrisch. Die ersten 5 Halswirbel sind mit den Körpern fest, der 6. v. c. etwas loser verwachsen; der 7. v. c. ist ganz frei. Der 1. und 2. v. c. sind außerdem noch mit den Neuralbögen und Dornfortsätzen vereinigt, doch noch unvollkommen, da zwischen den Neuralbögen noch einige Spalten auftreten. Der Neuralbogen des 3. v. c. ist oben offen; seine rechte Hälfte ist mit dem Bogen des Epistropheus, seine linke teilweise mit dem des 4. v. c. verschmolzen. Von den folgenden Wirbeln sind rechts die Bögen des 5. v. c. und 6. v. c., links die des 4. und 5. v. c. verwachsen, während

der des 4. v. c. rechts frei bleibt, und der des 6. links nur mit seiner Zygapophyse mit dem 5. zusammenhängt. Diese ganze Anordnung läßt darauf schließen, daß bei dem Tiere im höheren Alter wohl die ersten 6 Halswirbel auch mit den Neuralbögen vollständig verwachsen wären.

Die Maße der Wirbel sind:

<table>
<tr><th></th><th>Atlas</th><th>Epistr.</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>1 v. d.</th></tr>
<tr><td>Größte Höhe . .</td><td colspan="2">161</td><td>—</td><td colspan="2">114</td><td>123</td><td>110</td><td>143 mm</td></tr>
<tr><td>Größte Breite . .</td><td>250</td><td>172</td><td>122</td><td>95</td><td>91</td><td>97</td><td>141</td><td>177 mm</td></tr>
<tr><td>Größte Länge . .</td><td colspan="5">67</td><td>7</td><td>12</td><td>24 mm</td></tr>
</table>

Bei weitem am stärksten ist also der besonders in die Breite entwickelte Atlas. Die Breite der Körper des 3.—7. v. c. ist ziemlich gleich gering; die Zahlen variieren nur etwas wegen der verschiedenen Länge der Querfortsätze. Die Länge nimmt bei den hintersten Wirbeln schnell zu.

Der Atlas trägt vorn zwei mächtige, stark konkave Gelenkflächen für die Condylen des Hinterhauptes; sie stehen sehr schräg zueinander, da die obersten Punkte 94 mm, die unteren innersten aber nur 16 mm von einander entfernt sind, und kommen dadurch seitlich unter den Neuralkanal zu liegen. Der Neuralbogen ist ziemlich flach; sein mit dem des Epistropheus verschmolzener Dorn ist relativ dünn, mit etwas verdicktem Ende und schräg nach hinten gerichtet. Die in halber Höhe des Wirbels ansitzenden processus transversi sind stark, spitz zulaufend und gerade nach außen gerichtet. Die des Epistropheus sind nur an der Basis mit denen des Atlas verwachsen, dann durch eine tiefe Rinne von ihnen getrennt; sie sind spitz und schräg nach hinten gerichtet.

Die processus transversi der folgenden Wirbel 3—6 sind dünne, zerbrechliche, vertikal stehende Platten, die nur wenig nach der mittelsten hin konvergieren. Beim 7. v. c. sind sie etwas dicker, bedeutend länger und schräg nach vorn gerichtet. Die processus transversi inferiores treten beim 5., 6. und 7. Wirbel auf und bestehen aus kielartigen Hervorragungen. Beim 7. v. c. liegt über ihnen die Gelenkfläche für das Rippenköpfchen. Ein Dornfortsatz tritt außer bei den 2 ersten Wirbeln nur noch beim 6. v. c. auf.

Die Unterseite der drei vordersten verschmolzenen Körper zeigt einen breiten, zipfeligen, medianen, nach hinten gerichteten Fortsatz, gewissermaßen eine Vergrößerung der bei Phocaena beobachteten Carina, ein Fortsatz, der in seiner Gestalt stark an den unteren hinteren Atlasfortsatz erinnert, der bei Delphinapterus, Monodon und den Platanistiden auftritt. Zu beiden Seiten von ihm liegen starke Rauhigkeiten, welche ebenfalls nach hinten kleine Zipfel aussenden; es sind die Ansatzpunkte des M. longus colli. Die Bewegung der Halswirbel kann nicht bedeutend sein.

Tursiops tursio (Fabr.). Das Breslauer Museum ist im Besitze von 2 Skeletten.

No. 1) ist ein älteres Tier, doch sind die Nähte der Wirbelepiphysen noch sehr deutlich zu erkennen. Seine Länge ist 2,81 m. Die Halswirbelsäule mißt 78 mm, ist also ca. $^1/_{33}$ der ganzen Körperlänge und $^1/_{29}$ der Länge der Wirbelsäule, demnach relativ wenig verkürzt. Dementsprechend sind auch nur sehr wenig Wirbel, nämlich Atlas und Epistropheus mit einander verwachsen, die anderen völlig frei; auch erstreckt sich die Verschmelzung bei diesem Exemplare nur auf die Körper dieser 2 Wirbel, während die Neuralbögen frei bleiben.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	115	87	83	80	82	78	90	108 mm
Größte Breite . .	176	107	67	66	64	63	119	139 mm
Größte Länge . .	37		7	8	8	10	8	18 mm

Am stärksten ist wieder der Atlas entwickelt; sein und der mit ihm verschmolzene Körper des Epistropheus nehmen zusammen fast die Hälfte der Länge der ganzen Halswirbelsäule ein. Bezüglich des für den 7. v. c. angegebenen Längenmaßes ist zu erwähnen, daß dieser Wirbel gerade in der Mittellinie seiner Basis am kürzesten, an den Seiten beinahe doppelt so lang ist. Die regellos schwankenden Zahlen für die Höhen der Wirbel 3—6 hängen von der individuell wohl sehr verschiedenen Höhe der rudimentären Dornfortsätze ab, ebenso die Breitenzahlen von der nach hinten zu abnehmenden Länge der sehr kurzen Querfortsätze.

Der Atlas trägt vorn zwei große konkave Gelenkflächen für die Hinterhauptscondylen, die sehr schräg (ihre obersten Punkte sind 69 mm von einander entfernt, während sich die Flächen unten bis auf 10 mm nähern) und so tief liegen, daß ihre oberen Ränder nur wenig über die untere Begrenzungslinie des Neuralkanales hervorragen. Diese Ränder springen ziemlich stark hervor, wodurch über ihnen eine Grube für den ersten Halsnerven entsteht. Der Neuralbogen mit seinem ziemlich schwachen, an der Spitze etwas gegabelten Dornfortsatze lehnt sich stark nach hinten und überdeckt die folgenden zwei Wirbel. Die processus transversi sind stark, aber ziemlich kurz.

Der Neuralbogen des Epistropheus ist unverschmolzen und oben offen; er lehnt sich dicht an den des Atlas an.

Die processus transversi sind kurz, nach hinten gerichtet und seitlich zusammengedrückt.

Die folgenden Wirbel 3—6 sind einander sehr ähnlich; ihre Neuralbögen sind dünn, legen sich nach hinten über und entbehren fast völlig der Dornfortsätze. Die vorderen und hinteren Zygapophysen jeder dieser Wirbel sind zu einer schräg nach oben = hinten = aussen gestellten Platte geworden. Die oberen Querfortsätze sind kurz, dünn und spitz; sie nehmen bei den hinteren Wirbeln an Länge ab. Die unteren sind beim 3. und 4. v. c. kurz und etwas nach oben und vorn gerichtet, beim 5. v. c. etwas länger und am Ende knotig verdickt; beim 6. und 7. v. c. fehlen sie ganz. Oberhalb der Stelle, an der sie sitzen müßten, findet sich beim 7. v. c., wie gewöhnlich bei den Cetaceen, eine Gelenkfläche für das Rippenköpfchen. Der processus transversus superior des letzten Halswirbels ist bedeutend länger, als sein Vorgänger, aber nur wenig nach vorn gerichtet; er lehnt sich eng an den des ersten Rückenwirbels an.

An der Unterseite der vereinigten Körper der zwei vordersten Wirbel finden sich in der Mittellinie eine ganze Reihe von Rauhigkeiten und nach hinten gerichteten kleinen Zipfeln, die wohl zum Ansatz des M. longus colli gedient haben.

Von einem Zahnfortsatze ist am Epistropheus keine Spur zu entdecken.

Zwischen Kopf und Atlas ist die Bewegungsmöglichkeit wahrscheinlich relativ groß, zwischen den einzelnen Wirbeln aber klein; es kann sich da nur um eine ganz geringe Nick- und Drehbewegung handeln. Eine seitliche Bewegung wird wohl bei der eigentümlichen Stellung der Zygapophysen fast unmöglich sein.

Die Wirbelformel dieses Exemplares ist: C 7, D 13, L 17, Ca 28 = 65.

No. 2) ist ein Skelett von 2,21 m Länge; es handelt sich hier um ein jüngeres Tier, da die meisten Epiphysen noch frei sind, unter anderem auch beim 3.—7. Halswirbel. Die Wirbelformel des Tieres ist C 7, D 13, L 16, Ca 27 = 63. Die Halswirbel haben eine Länge von 66 mm, sind also ebenfalls ca. $^1/_{33}$ der ganzen Körperlänge und $^1/_{26}$ der Länge der Wirbelsäule. Verschmolzen sind nur Atlas und Epistropheus, aber nicht nur mit den Körpern, sondern auch mit den Dornfortsätzen. Die Neuralbögen sind zwar noch frei, man muß aber annehmen, daß sie im höheren Alter auch verschmolzen wären.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	105		79	85	87	86	92	100 mm
Größte Breite . .	160	112	70	69	67	67	88	106 mm
Größte Länge . .	38		4	4	5	6	8	16 mm

Auch hier sehen wir, wie die Länge der rudimentären oberen Querfortsätze und damit die Wirbelbreite bei den Wirbeln 3—6 immer mehr abnimmt.

Die Wirbel sind, da es sich um ein jüngeres Tier handelt, weicher in der Form, als beim größeren Exemplare, was besonders beim Atlas zum Ausdruck kommt. Die vorderen Gelenkflächen dieses Wirbels sind auch noch nicht so stark konkav, auch ist ihre Stellung nicht ganz so schräg wie bei No. 1; ihre höchsten Punkte sind 67 mm, ihre unteren innersten 11 mm von einander entfernt. Die processus transversi des Atlas sind noch kleiner und schwächer. Der gemeinsame

Dornfortsatz der ersten beiden Wirbel ist weniger schräg nach hinten gebogen, ziemlich lang und oben stark gegabelt.

Vom Epistropheus ist der Neuralbogen und der obere Teil der Querfortsätze frei, der untere verschmolzen.

Zygapophysen treten hinten am Epistropheus und vorn und hinten bei allen folgenden Halswirbeln auf; sie haben dieselbe oben beschriebene schräge Stellung.

Die processus transversi superiores der Wirbel 3—6 sind relativ länger, als die des älteren Tieres, und etwas nach unten gekrümmt.

Ebenso sind die processus transversi inferiores stärker, sie finden sich beim 3. Wirbel nur auf der rechten Seite, beim 4. und 5. beiderseits, sind am Ende dick und nach vorn und oben gerichtet. Die des 5. v. c. sind die längsten. Ganz fehlen sie beim 6. und 7. v. c.; bei letzterem tritt wieder die Gelenkfläche für das Rippenköpfchen auf. Die processus transversi superiores des 7. v. c. sind relativ kürzer, die Dornfortsätze der fünf hinteren Wirbel relativ länger, als bei dem größeren Exemplare.

Lagenorhynchus acutus Gray. Das Skelett hat eine Länge von 2,36 m. Die Wirbelformel ist C 7, D 14, L + Ca 58 + = 79 +. Da aber wahrscheinlich zwei Schwanzwirbel fehlen, würde die Wirbelzahl 81 betragen. Die Epiphysen aller Wirbel sind völlig verschmolzen, das Tier muß also wohl erwachsen sein. Die Halswirbelsäule ist 58 mm lang, d. h. $^{1}/_{41}$ der ganzen Skelettlänge und $^{1}/_{33,5}$ der Länge der Wirbelsäule, also ziemlich stark verkürzt. Die Zahl der verschmolzenen Wirbel ist entsprechend größer, als bei Tursiops; es sind 1—3 mit den Körpern und 1—4 mit den Neuralbögen und Dornfortsätzen verwachsen.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	110				81	78	82	101 mm
Größte Breite . .	146	126	49	49	54	49	55	121 mm
Größte Länge . .	35			3	5	6	7	11 mm

Die drei vordersten miteinander verschmolzenen Wirbel nehmen also mehr als die Hälfte der Länge der ganzen Halswirbelsäule ein. Die folgenden, 4—7, sind sehr dünn und einander ähnlich; sie nehmen nach hinten nur langsam an Länge zu. Die größte Breite zeigt wieder der Atlas, doch kommt ihm der Epistropheus in dieser Beziehung recht nahe.

Der Atlas trägt vorn 2 große stark konkave Gelenkflächen, die sehr schräg zueinander stehen; während ihre obersten Punkte 50 mm voneinander entfernt sind, nähern sie sich unten bis auf 5 mm. Der obere Rand der Fläche springt stark hervor und begrenzt so eine für den ersten Halsnerven bestimmte tiefe Grube, die durch einen vom Neuralbogen nach vorn entsandten kleinen Fortsatz noch mehr abgeschlossen wird; man gewinnt den Eindruck, als ob die Grube durch Knorpel zu einem Kanal geschlossen gewesen wäre. Der Querfortsatz des Atlas ist ziemlich lang, von oben nach unten zusammengedrückt, am Ende verdickt und nach außen und oben gerichtet. Der des Epistropheus ist nicht viel kürzer, fast bis zum Ende mit dem des Atlas verschmolzen, zugespitzt und nach hinten gerichtet.

Der gemeinsame Dorn der ersten 4 Wirbel, an dem übrigens noch durch schwache Furchen die Grenzen der letzten 2 Dornen angezeigt werden, beginnt am Atlas als scharfer Kiel, wird dann dicker und lehnt sich stark nach hinten; seine Spitze liegt senkrecht über dem Dorn des 7. Wirbels.

Die Neuralbögen der folgenden freien Wirbel sind dünn und lehnen sich nach hinten über; ihre Dornfortsätze sind relativ lang, spitz und nach oben und hinten gerichtet.

Die processus transversi superiores dieser Wirbel bestehen nur aus 1—2 mm langen, ganz unregelmäßigen Erhebungen; die des 7. v. c. sind nur wenig länger.

Von den unteren Querfortsätzen sind nur die des 6. v. c. vorhanden; diese sind verhältnismäßig lang und dick und nach außen = oben = vorn gerichtet.

Die Zygapophysen sind fast ganz rudimentär und sehr unregelmäßig; nur die der beiden letzten Halswirbel sind einigermaßen entwickelt und nach oben, außen und hinten gewandt.

Am Unterrande der verschmolzenen Körper der ersten drei Wirbel zeigen sich unregelmäßige Rauhigkeiten, die wohl zum Ansatz des M. longus colli gedient haben.

Eine Bewegung kann eigentlich nur zwischen Kopf und Atlas und in sehr geringem Grade zwischen dem letzten Hals- und dem ersten Brustwirbel möglich sein.

Tursio borealis (Peale). Das Skelett hat eine Länge von 1,85 m. Seine Wirbelformel ist C 7, D 14, L + Ca 61 = 82. Die Halswirbelsäule ist mit 63 mm Länge $^1/_{29}$ der ganzen Körperlänge und $^1/_{24}$ der Länge der Wirbelsäule. Die Verkürzung ist also recht gering. Nur die beiden ersten Halswirbel sind mit Körpern, Neuralbögen und Dornen verschmolzen, alle anderen zwar sehr dünn, aber völlig frei.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3	4	5	6	7	1 v. d.
Größte Höhe . .	82		52	51	51	52	55	78 mm
Größte Breite . .	125	92	60	58	55	60	83	89 mm
Größte Länge . .	24		5	6	7	8	10	13 mm

Die ersten beiden verschmolzenen Wirbel nehmen also nur ca. $^2/_5$ der Länge der Halswirbelsäule ein.

Die vorderen Gelenkflächen des Atlas sind ziemlich groß, doch wenig konkav; sie stehen sehr schräg zueinander und seitlich unter dem Neuralkanal. Sie nähern sich unten bis auf 2 mm; ihre obersten Punkte sind 51 mm voneinander entfernt. Die processus transversi des Atlas sind ziemlich stark, gerade nach aussen gerichtet und von vorn — oben nach hinten — unten zusammengedrückt; das Ende ist abgerundet. Der Neuralbogen ist nicht sehr hoch gewölbt. Der gemeinsame Dorn der ersten beiden Wirbel beginnt vorn am Atlas als scharfer Kiel und wird dann zu einem dünnen aber festen Stab, der sich nach hinten überlehnt. Der processus transversus des Epistropheus ist bis zur Hälfte seiner Länge mit dem des Atlas verschmolzen; sein freies Ende ist scharf zugespitzt und richtet sich nach außen und ein wenig nach oben.

Die folgenden Wirbel sind sehr dünn, ihre Neuralbögen nach hinten übergelehnt. Hinten am Epistropheus und vorn und hinten an allen folgenden Halswirbeln treten recht gut entwickelte Zygapophysen auf, deren Flächen schräg nach außen, hinten und oben gerichtet sind, was nur eine sehr geringe Dreh- und eine etwas größere Nickbewegung ermöglicht haben wird.

Die oberen Querfortsätze der Wirbel 3—6 sind sehr dünn, rundlich, relativ lang und nach unten gebogen; die des 7. v. c. sind länger, wenig dicker und lehnen sich an die des 1. Rückenwirbels an.

Untere Querfortsätze sind bei den Wirbeln 3—6 vorhanden; beim 7. v. c. tritt wieder jederseits eine Gelenkfläche auf. Diese unteren Fortsätze sind beim 3. und 4. v. c. sehr dünn und nach oben gerichtet und scheinen mit den oberen

durch Knorpel verbunden gewesen zu sein; beim 3. v. c. ist diese Verbindung durch Knochen hergestellt, sodaß jederseits ein völlig geschlossener Ring entsteht. Beim 4. v. c. sind die Spitzen der oberen und unteren Fortsätze nur durch einen ganz schmalen Zwischenraum getrennt; sie waren wohl ebenfalls durch Knorpel verbunden. Beim 5. und 6. v. c. sind die processus transversi inferiores dicker und nach oben und vorn gerichtet. Die Dornfortsätze des 3., 4. und 5. v. c. sind sehr kurz, die der folgenden 2 nur wenig länger.

An der Unterseite der vereinigten Körper der 2 vordersten Wirbel findet sich wieder ein ziemlich starker Kiel und seitlich von ihm starke Rauhigkeiten: wieder die Ansatzstelle des M. longus colli.

Trotz der großen Unterschiede, die die Halswirbel der Wale in ihren Formen zeigen, ist ihnen allen doch ein Erscheinungskomplex gemeinsam: die Reduktionserscheinungen, die sich hauptsächlich in einer Verkürzung der Halswirbel, und zwar besonders der 5 letzten, äußern.

Die Ursache dieser Veränderungen der ursprünglich normalen Halswirbelsäule ist das Wasserleben, besonders der durch das dichtere Medium bedingte größere Widerstand. Dazu kamen noch sekundäre andere Einflüsse, wie Größe, Schnelligkeit, Art der Nahrungsaufnahme u. s. w., die modifizierend eingriffen und allerhand andere Erscheinungen wie Verschmelzungen, Versteifungen und dergl. hervorbrachten.

Zwischen den beiden nicht direkt mit einander verwandten Ordnungen der Barten- und Zahnwale treten dabei keinerlei prinzipielle Unterschiede auf; das Wasserleben hat so lange auf sie eingewirkt, daß die Umgestaltung der Halswirbel in beiden Gruppen zu einem gewissen, in diesem Falle gleichartigen, Abschluß gelangt ist.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich am 24. Mai 1879 in Glatz in Schlesien als Sohn des Apothekenbesitzers Dr. Paul Reche und seiner Frau Luise, geb. Seyffert; ich bin evangelischer Konfession.

Nach Absolvierung des Königlichen König Wilhelms-Gymnasiums zu Breslau besuchte ich die Universitäten Jena und Breslau, wo ich mich dem Studium der Naturwissenschaften, speziell der Zoologie widmete.

Am 23. November 1904 bestand ich das Examen rigorosum.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Übungen folgender Herren Professoren und Dozenten:

Baumgartner, Dove, Ebbinghaus, Franz, Frech, Gürich, Haeckel, Knopf, Knorr, Kükenthal, Liebmann, Pax, Peter, Scheler, Stahr, Thilenius, Volz, Walther, Wilhelm.

Ihnen allen spreche ich meinen herzlichsten Dank aus.

Thesen:

1) Die diphyletische Abstammung der Zahn- und der Bartenwale ist durch die Forschungen der letzten Zeit bewiesen.

2) Die Maurersche Hypothese gibt zur Zeit die beste Erklärung für die Entstehung des Haares.

3) Das geologische Alter des Neanderthaler Menschen ist direkt nicht mehr zu bestimmen.



